

# Agrometeorología en el Portal de Riegos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

Sabida es la fuerte dependencia de la agricultura del medio donde se desarrolla, por ello, las necesidades meteorológicas del sector agrario revisten gran trascendencia y además difieren considerablemente de las de otras actividades. La Agrometeorología podría definirse como la Meteorología orientada a la agricultura en cuanto a que se centra en el estudio de los elementos meteorológicos y su influencia en las actividades agrícolas.

Por todo ello, una buena información meteorológica es imprescindible para optimizar la producción y minimizar los riesgos inherentes a la actividad agraria y si esta información procede de una red de estaciones cuyo objeto es evaluar explícitamente el ambiente que rodea los cultivos, nos encontramos ante una escenario óptimo.

La Red SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío) dispone de más de 50 estaciones agrometeorológicas distribuidas por las zonas de cultivo de nuestro territorio, de modo que proporciona información amplia, actualizada, de calidad y de gran interés para el sector agrario.

El Servicio de Tecnología del Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias a través del Portal de Riegos ofrece al empresario agrario información meteorológica directa y derivada para la mejor toma de decisiones, en modo de favorecer una mayor garantía de sus producciones y estabilidad de sus rentas.

**PALABRAS CLAVE:** agrometeorología, heladas, precipitaciones, horas frío, integral térmica, visor cartográfico.

A. Esteban Hernández, C. Albert González, L. Bonet Pérez de León

Servicio de Tecnología del Riego. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada (Valencia).

## INTRODUCCIÓN

El tiempo atmosférico afecta a todos los aspectos de la gestión de operaciones agrícolas, por este motivo, una buena información meteorológica es imprescindible para optimizar la producción y minimizar los riesgos inherentes a la actividad agraria. La agrometeorología es la rama de la meteorología dedicada al estudio de los elementos meteorológicos y climáticos, así como su influencia en las actividades agrícolas. Su conocimiento contribuye a la mejora de la actividad agraria, ya que permite tener un mejor conocimiento de los efectos que ejerce el tiempo y clima en los sistemas de producción agraria y, por tanto, desarrollar planes y estrategias a corto, medio y largo plazo. Conocidos los datos del pasado en cierta región, se pueden programar las actividades futuras con mayor efectividad.

Las necesidades meteorológicas del

sector agrario difieren considerablemente de las de otras actividades y revisten gran trascendencia para la gestión de la protección de cultivos, el inicio de la actividad vegetativa y reproductiva de especies caducas, la determinación de la adaptabilidad de diferentes especies, la predisposición de determinadas zonas a las heladas, etc. Por todo ello es importante disponer de información meteorológica suficientemente amplia, actualizada y lo que es tanto o más importante, de calidad, para la correcta toma de decisiones.

El Portal de riegos del IVIA (<http://riegos.ivia.es/>) contiene una gran cantidad de información meteorológica directa y derivada procedente de la Red SIAR a disposición de toda la sociedad y especialmente del sector agrario. Este artículo complementa uno anterior referente a "Necesidades de Riego" e igual que aquel, pretende proporcionar información de manera

práctica y sencilla de las posibilidades que ofrece el portal en materia de meteorología agrícola.

## INFLUENCIA DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN AGRICOLA

El crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas está directamente influenciado por las variables meteorológicas:

### Temperatura

La temperatura es una magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o el ambiente. El calor es una cantidad de energía, representación del movimiento de las partículas que componen un cuerpo. Se cuantifica a través de termómetros y sensores de temperatura, y se expresa en grados centígrados (°C) o grados kelvin (K) en el sistema internacional.





Figura 1. Heladas en cítricos y alcachofa.



Figura 2. Quemado de níspero y granado por radiación solar.



Figura 3. Efectos del viento en cítricos.



Figura 4. Efecto de pedrisco en albaricoque, almendro y cerezo.



Figura 5. Efecto de las lluvias en cerezo, granado y naranjo.

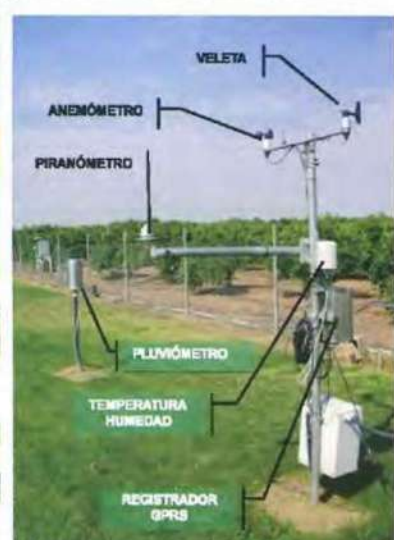


Figura 6. Estación agrometeorológica de Moncada-IVIA con sus diferentes elementos.

Los efectos de las temperaturas extremas sobre las plantas varían con la especie, variedades, estado de desarrollo, condiciones climáticas, estado fitosanitario, etc. **Tabla 1.** Así se definen temperaturas umbrales y letales, por encima o debajo de las cuales existe una repercusión en el desarrollo de la planta o un riesgo para su supervivencia; y óptimas, intervalo entre el cual la respuesta de la planta es óptima.

En este apartado, destaca las heladas como uno de los mayores temores de cualquier productor agrario, **Figura 1.** Tradicionalmente se definen tres tipos de heladas: radiación, advección y evaporación. Con diferencia, la primera de ellas es la más frecuente y temida en nuestra agricultura, se produce en días con cielos

**Tabla 1.** Valores de Temperatura (°C) responsables de daños por frío. (Fernández-Escobar 1996)

Especie	Órganos afectados				
	Fruto	Hojas	Yemas	Ramas y Tronco	Árbol
<b>Albaricoquero</b>			-11 a -15	-26	<-26
<b>Almendro</b>			<-11	-29	<-29
<b>Cerezo</b>			-10	-29 a -34	<-34
<b>Giruelo</b>			variable	-29	<-29
<b>Limonero</b>	-2	-2		-2	<-6
<b>Mandarino</b>	-2	-2		<-8	<-12
<b>Manzano</b>	-4		rara vez	-34	<-34
<b>Melocotonero</b>			-1 a -17	-26	<-26
<b>Naranjo</b>	-2 a -4	-2		-6 a -8	<-11
<b>Olivo</b>	<0	-5	-5	-5	<-8
<b>Peral</b>	-4		-10 a -15	-20 a -29	<-29
<b>Vid</b>			-7	-7	-15

despejados y atmósfera en calma y puede afectar a grandes extensiones de manera severa. La helada de advección se produce por entrada de temporales de viento frío mientras

que la de evaporación se produce cuando, debido a la disminución de la humedad relativa atmosférica, se produce una rápida evaporación desde la superficie vegetal, dañando los tejidos.



Las temperaturas umbrales determinan la estación de crecimiento de la planta, es decir el número de días a lo largo de un año en que una planta puede crecer. La suma de las temperaturas medias de este periodo proporciona una "suma de calor" o integral térmica, que representa la cantidad total de calor a la que la planta estuvo expuesta durante el tiempo de crecimiento y necesaria para su maduración. Por otro lado, los árboles caducifolios necesitan un periodo frío para que cese la latencia de sus yemas, la cantidad de frío depende de las especies y variedades, y puede ser un factor limitante para el establecimiento de plantaciones. El cálculo de horas frío nos ayuda a caracterizar la climatología de las zonas agrícolas. Existen distintas metodologías para la estimación de este valor, una de ellas es a partir del sumatorio de horas con valores de temperatura inferiores a 7 °C. (Weinberger, 1950). La acumulación de estas horas se calcula desde la caída del 50% de las hojas (principios de noviembre), hasta unos días antes del desborde de yemas, (mitad de febrero en zonas templadas, +15 d si se trata de zonas frías y -15 d en caso de zonas cálidas).

## Humedad relativa

La humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera, sus valores varían con los cambios de temperatura y viento. Se mide mediante higrómetros y se expresa mediante el concepto de humedad relativa, entre otros. La humedad relativa manifiesta la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que existe en la atmósfera y la máxima que podría contener a idéntica temperatura.

Las plantas transpiran para transportar nutrientes, refrigerarse y regular su crecimiento. La transpiración depende del déficit de saturación entre los espacios intercelulares del mesófilo y la atmósfera. Si la humedad ambiental es demasiado alta, el intercambio gaseoso queda limitado, reduciéndose la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes. Además, la humedad alta puede dificultar la polinización al quedar el

polen húmedo pegado en los órganos masculinos, y también puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Por el contrario, si la humedad es demasiado baja, se cierran los estomas y se reduce la tasa de fotosíntesis.

## Radiación solar

La radiación solar es la fuente de energía que utilizan las plantas para activar el proceso fotosintético. Se mide mediante piranómetros o radiómetros, que pueden estar basados en un funcionamiento térmico o fotoeléctrico. Sólo la radiación cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 y los 700 nanómetros es absorbida por los cloroplastos y utilizada para la formación y asimilación de compuestos orgánicos. La radiación que se encuentra dentro de este rango se denomina Radiación Fotosintéticamente Activa o con sus siglas en inglés, PAR. La radiación PAR se puede medir de manera sencilla con instrumentos como el ceptómetro.

La radiación solar produce dos tipos de efectos. Por un lado, induce procesos fotoenergéticos (fotosíntesis), por otro lado, posibilita los procesos de movimiento y formativos (tropismos, movimientos de orientación, elongación del tallo, formación de pigmentos y clorofilas).

La intensidad fotosintética de la mayoría de las plantas aumenta con la intensidad de la luz casi linealmente hasta que la hoja experimenta una saturación lumínica. En condiciones de saturación y de concentraciones normales de CO<sub>2</sub>, la fotosíntesis se ve afectada por la temperatura.

También la iniciación de la floración en muchas plantas depende de la longitud del día, necesitando, en general, fotoperiodos largos o cortos para el inicio del desarrollo de sus meristemas. También existen plantas que necesitan fotoperiodos intermedios (inhibiéndose la floración por encima o por debajo de los valores requeridos) y otras plantas que florecen independientemente del fotoperiodo.

## Viento

El viento es una masa de aire que se desplaza a favor del gradiente de presión. La dirección del viento se mide con veletas y su velocidad con anemómetros de medida directa (palas rotativas) o indirecta (diferencias de presión o velocidad de transmisión de ultrasonidos). El viento influye en todas las variables meteorológicas anteriormente enunciadas, y por tanto, afecta a todos los procesos de las plantas que se ven determinados por ellas.

Los problemas debidos a los efectos perjudiciales del viento sobre los cultivos determinan las características del tipo de agricultura en muchas partes del mundo. Rachas fuertes pueden producir daños por rameado o caída de frutos, **Figura 3**. Si además, estos vientos son cálidos, y secos pueden producir deshidrataciones severas. En zonas próximas al litoral, el régimen característico de brisas cargadas de sales pueden comprometer el normal funcionamiento de una plantación. El caso de vientos fríos, como en heladas de advección, son menos frecuentes en nuestras latitudes aunque cuando se producen, la combinación de viento y de las bajas temperaturas puede ser el origen de serios perjuicios. La estimación de la probabilidad de daño que puede producir el viento requiere disponer de información acerca de las frecuentes direcciones, velocidades y rachas máximas. No se necesitan muchos años de registro para tener una buena información sobre la distribución de frecuencias; para fines agrícolas es necesario disponer de datos a alturas de 1,5- 2m sobre el nivel del terreno.

## Precipitación

La precipitación es la principal aportación del ciclo hidrológico, se define como el agua líquida o sólida que alcanza la superficie terrestre. En términos generales, el carácter de la precipitación en agricultura es beneficioso, siempre y cuando no se produzca en forma de fenómenos tormentosos que deriven en episodios de inundaciones o bien en forma del temido granizo, **Figura 4**. Otros efectos perjudiciales son desequilibrios



hídricos del fruto o aumento de la incidencia de enfermedades fúngicas (**Figura 5**). El agua, en su forma líquida, permite la difusión y el flujo masivo de solutos y, por esta razón, es esencial para el transporte y distribución de nutrientes y metabolitos en toda la planta. También mantiene la turgencia en hojas, raíces y otros órganos de la planta.

En muchas zonas la productividad agraria se puede incrementar sustancialmente evitando los largos déficits de agua que se presentan durante periodos más o menos largos, y permitiendo el aumento de la reserva de agua del suelo. La cantidad de humedad del suelo disponible depende de la capacidad de retención del agua, del sistema radicular de la planta y la demanda evaporativa. En zonas áridas o semiáridas la práctica del riego adquiere especial importancia, ya que el agua debe ser suministrada regularmente a los cultivos durante su fase de crecimiento o una gran parte del mismo.

### **LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA RED SIAR**

El Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) es una infraestructura que captura, registra y divulga los datos agroclimáticos necesarios para el cálculo de la demanda hídrica de las zonas de riego. Permite obtener información útil, rigurosa y de calidad, que contribuye a una mejor planificación, gestión, manejo y control de las explotaciones de regadío.

El SIAR se estructura en tres niveles: más de 450 estaciones agroclimáticas automáticas, 12 Centros Zonales y un Centro Nacional. El Centro Nacional, dependiente de la Secretaría General de Agricultura y Alimentación del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, tiene como labor el almacenamiento de toda la información recogida diariamente en cada uno de los Centros Zonales, la explotación y divulgación de dicha información a nivel nacional, así como la coordinación general del sistema. Los Centros Zonales, de carácter autonómico, aportan a la red más de un centenar de estaciones

propias, colaboran en el correcto funcionamiento de la red y realizan la validación de la información procedente de las estaciones. Esta labor cooperativa interinstitucional permite que la información ofrecida sea de una alta calidad, situando a la red SIAR como una de las mejores redes meteorológicas de España.

En la Comunidad Valenciana, el Servicio de Tecnología del Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias actúa como Centro Zonal y es el responsable del correcto funcionamiento de las 55 estaciones agroclimáticas diseminadas por todas aquellas zonas donde existe implantación de cultivos bajo riego, de las cuales 10 son propiedad del IVIA. Las estaciones (**Figura 6**) se componen de un sensor de temperatura-humedad (Sonda T/HR Vaisala, Rotronic o Thies), un sensor de radiación (piranómetro Skye o Kipp & Zonnen), un sensor de velocidad y dirección de viento (anemoveleta R.M.Young o Thies), un pluviómetro (Campbell Scientific o Thies) y un datalogger (CR10X, CR800 o CR1000 Campbell Scientific). La información se registra cada media hora y se transmite prácticamente en tiempo real, incorporándose a un software específico de gestión y validación para ser publicada en el Portal de Riegos del IVIA. Los datos ofrecidos en esta página web son informativos, por lo que carecen de carácter oficial.

Las estaciones de la red SIAR son objeto de un completo y estricto programa de mantenimiento que constituye la base de la gran calidad de la información ofrecida. Este programa de mantenimiento consta de tres niveles:

1. Mantenimiento correctivo: cuando concurre alguna causa de mal funcionamiento.
2. Mantenimiento preventivo: sencillas labores para garantizar el correcto registro de los datos (limpieza de sensores, desbrozado del recinto, etc).
3. Calibración: Todas las estaciones son objeto anualmente de la sustitución de sus sensores por otros nuevos o revisados.

### **AGROMETEOROLOGÍA EN EL PORTAL DE RIEGOS DEL IVIA**

La importancia de la agrometeorología radica en que proporciona información útil al agricultor o técnico para un mejor desarrollo de su actividad profesional. El portal de riegos del IVIA ofrece datos meteorológicos, episodios meteorológicos y la posibilidad de calcular ciertos parámetros de gran interés agrario, como la integral térmica y las horas frío.

La página principal contiene los últimos datos diarios registrados en cada estación, con la posibilidad de filtrarlos por provincia y ordenar según el valor de las variables, **Figura 7**. De este modo se ofrece:

- Viento: Velocidad de viento media (V) y su dirección (DV) así como la racha máxima (Vx).
- Temperatura: Temperatura media diaria (T), mínima (Tn) y máxima absoluta (Tx).
- Horas frío (H frío).
- Humedad Relativa (HR).
- Radiación solar global acumulada (Rad).
- Horas de sol, (H sol): Suma de intervalos de tiempo durante los cuales la radiación solar directa supera el umbral de 120 W/m<sup>2</sup>.
- Precipitación, (P) Lluvia acumulada en el día
- Evapotranspiración de referencia, ETo. Calculada por el método Penman-Monteith, recomendado por la FAO por ser el más completo. Se utiliza para los cálculos y recomendaciones de riego.

#### **Ficha de la estación**

Desde la página de Inicio, y si pulsamos sobre el nombre de la estación, se accede a la "Ficha de la estación" que contiene una gran cantidad de información sobre la propia estación así como de los datos recogidos por esta. De este modo, se ofrecen

ÚLTIMAS NOTICIAS

26/01/2017 LLUVIAS DEL 19 AL 22 DE ENERO 2017

Episodios de lluvias

18/01/2017 EPISODIO DE BAJAS TEMPERATURAS

20/12/2016 LLUVIAS DEL 16 AL 19 DICIEMBRE 2016

Episodio de lluvias

04/06/2015 VISOR MAPAS AGROCLIMÁTICOS ZONAS APTAS PARA EL AGUACATE

CARTOGRAFÍA ZONAS APTAS PARA EL AGUACATE

05/02/2013 GESTIÓN DE PARCELAS Y CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

Manual para gestión de parcelas y cálculo de necesidades de riego

DATOS POR ESTACIONES

Los datos mostrados corresponden al resumen diario obtenido de los registros semihorarios entre las 0:00 y las 24:00 h, en horario solar.

Provincia: Castellón Datos Mapa Reiniciar

Estación	Fecha	V km/h	DV	Va km/h	T °C	Tn °C	Tv °C	H %	HR %	Rad MJ/m² día	Hsol	P mm	ETe mm
Burriana	02/02/2017	2.17	SO	13.19	9.97	3.36	13.36	7.5	91.4	3.67	4.82	3.03	0.58
Ribera de Cabanes	02/02/2017	2.6	O	13.97	9.16	3.84	13.76	6	90.4	3.7	4.71	2.42	0.71
Sagunto	02/02/2017	3.23	O	21.2	10.63	4.24	14.5	5	72.8	2.9	2.64	0.4	1
Riba	02/02/2017	2.11	S	17.07	9.68	4.72	13.64	7.5	92.7	3.41	3.83	0.79	0.73
Orla	02/02/2017	3.86	O	15.36	9.07	4.92	13.23	8	89.2	3.47	4.21	1.8	0.75
Castellón de la Plana	02/02/2017	2.9	SO	13.13	9.14	4.98	13.03	8	92.3	3.79	4.69	1.41	0.59
María	02/02/2017	3.79	N	22.09	9.47	5.45	13.39	7.5	90.5	4.01	5.38	1.1	0.76
Bonafant	02/02/2017	1.13	NO	16.23	8.74	5.48	12.5	5	95.1	3.81	4.64	2.77	1.15
Sao Rafael del Rio	02/02/2017	2.73	N	12.98	9.14	5.38	10.29	6	99.7	3.98	5.33	2.81	0.55
Val d'Aud	02/02/2017	2.19	SO	18.31	10.84	8.55	13.69	0	92.2	3.3	3.95	2.44	0.79

Figura 7. Página de inicio del Portal de Riegos del IVA, con las estaciones de la provincia de Castellón ordenadas según la temperatura mínima absoluta del 2 de febrero de 2016.

MONCADA



Provincia: Valencia  
Término: Moncada  
UTMX: 723368.000  
UTMY: 4385233.000  
Huso: 30  
Altura: 35m  
Fecha de instalación: 19/01/1999  
Cultivos representativos: Alcachofa, Apio, Berenjena, Brocoli, Cebolla, Col de Bruselas, Coliflor, Espárrago, Lechuga, Mandarino, Melón, Naranja, Patata, Pepino, Pimiento, Puerro, Romanesco, Sandía, Tomate, Zanahoria Círculo Medio  
Estado de la estación: Con incidencias

MODELO

La estación corresponde al MODELO 2

Figura 8. Encabezado de la ficha de la estación, con datos de ubicación, fecha de instalación y cultivos representativos.

PREVISIÓN METEOROLÓGICA



© AEMET

ÚLTIMOS DATOS METEOROLÓGICOS

Temperatura				Humedad				Viento				Precipitación		ETe	
9.24°C				93.4%				2.88 km/h				0 mm		Total	
Día	Max	Med	Min	Día	Max	Med	Min	Día	Med	Dir	Max	Día	Total	Día	Total
17	22.88	12.20	4.47	17	93.5	74.15	40.39	17	3.95	N	13.22	17	0	17	11.19
Semana	22.88	12.20	4.47	Semana	93.5	63.99	24.35	Semana	3.9	N	24.19	Semana	0	Semana	31.57
Mez	26.39	14.05	4.47	Mez	95	62.9	22.94	Mez	5.28	N	26.45	Mez	0.1	Mez	1223.04
Año	17.1	10.40	-2.11	Año	98.7	62.96	9.56	Año	5.88	N	62.75	Año	134.1	Año	

GRÁFICAS DE LOS ÚLTIMOS DATOS METEOROLÓGICOS

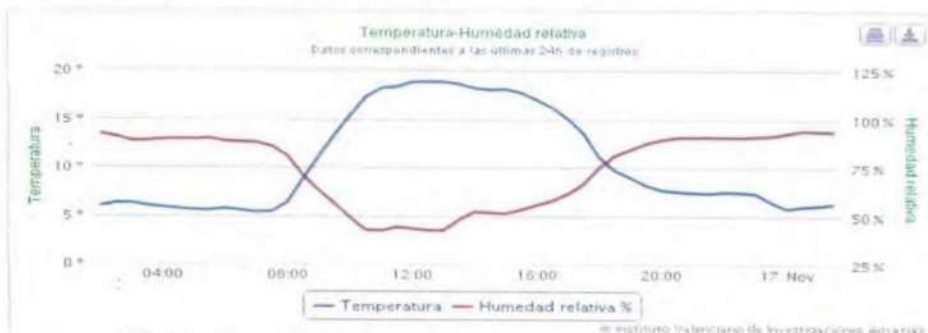


Figura 9. Previsión meteorológica de AEMET, cuadro resumen de valores meteorológicos y gráfica de temperatura/humedad de las últimas 24h.

referencias de su ubicación (provincia, localidad, coordenadas UTM, altura), fecha de instalación, cultivos representativos (de la zona donde está instalada la estación) y características técnicas de los sensores instalados. Figura 8.

Por otro lado se proporcionan datos de la previsión meteorológica ofrecida por AEMET; así como un resumen detallado con los valores medios, máximos, y mínimos de los últimos registros de las principales variables agrupadas por periodos, que permite de manera rápida una evaluación de las características meteorológicas de la semana corriente, mes o año natural. Un secuencia de gráficas ofrece los datos de las últimas 24 h así como de la última semana. Figura 9.

## Meteorología

El apartado Meteorología contiene toda la información de todas las estaciones de la Red SIAR en la Comunitat Valenciana, pudiendo acceder a más de 13 millones de registros ya que puede consultarse



los registros semihorarios de cualquier estación desde su instalación, en la gran mayoría de los casos, desde el año 2000.

#### Datos meteorológicos

Este apartado permite la consulta de los datos meteorológicos registrados por las estaciones de la Red SIAR desde su puesta en marcha. Muestra un panel con todas las estaciones, su fecha de instalación y la fecha del último dato de que disponen, lo cual permite saber si los datos están actualizados o no. Se pueden obtener datos desde diarios a anuales, de todas las estaciones que se deseen simultáneamente. No obstante, sólo se muestra representación gráfica de los resultados siempre que se seleccionen menos de 4 estaciones. **Figura 10.**

Para la consulta y descarga de datos semihorarios se debe efectuar el registro como usuario del servicio. Para ello se puede pulsar en "usuario autorizado", que aparece resaltado en la página inicial de meteorología, y seguidamente se mostrará el formulario que se debe rellenar y enviar para ser dado de alta. El usuario recibe una confirmación de su registro y dos breves manuales sobre la consulta de datos meteorológicos y cómo obtener recomendaciones de riego.

#### Episodios meteorológicos

Como ya se ha comentado en la introducción, la actividad agraria es muy dependiente del medio físico. Por ello, se muestra en este apartado información acerca de fenómenos meteorológicos de especial interés para la agricultura por su extraordinaria duración o intensidad, como pueden ser periodos de altas temperaturas, heladas, precipitaciones y fuertes vientos.

La información que se proporciona depende del tipo de variable implicada:

- **Altas y bajas temperaturas:** en el intervalo considerado y estratificado por periodos de 24 h, se ofrece por estación: la temperatura extrema y cuándo se produjo (intensidad) y el

número de horas en los que la temperatura ha superado un determinado umbral (duración) y su distribución en tramos de temperatura.

- **Precipitaciones:** en el intervalo considerado y estratificado por periodos de 24 h, se ofrece por estación: precipitación total y máxima intensidad en media hora, así como el número de horas que se ha superado un umbral de precipitación dado.

- **Rachas de viento:** en el intervalo considerado y estratificado por periodos de 24 h, se ofrece por estación: racha máxima, máxima intensidad en media hora, así como el número de horas que se ha superado un umbral de velocidad dado. Es importante resaltar que las estaciones agrometeorológicas registran el viento a 2 m tal como establece el Manual FAO56 para el cálculo de necesidades de riego de los cultivos, mientras que las estaciones puramente meteorológicas registran el viento a 10 m tal como establece la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La velocidad del viento depende de la altura, esta diferencia del punto de medida determina que en temporales de viento, las estaciones de la Red SIAR registren valores sensiblemente inferiores a las de otros cometidos pero más adecuados para evaluar los efectos sobre los cultivos. **Figura 11.**

#### Cálculo de la integral térmica

La temperatura es un factor determinante para el crecimiento de plantas e invertebrados, su desarrollo ocurre dentro de un rango de temperaturas conocidas como temperatura base y máxima, por debajo y sobre las cuales su desarrollo es inviable. Cada fase del desarrollo requiere un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término.

El panel inicial para el cálculo de la integral térmica es idéntico al que se muestra en el apartado de datos meteorológicos. Se puede filtrar por provincia o cultivo y seleccionar hasta tres estaciones. Posteriormente se requiere definir el periodo de tiempo para el que se desea obtener la integral térmica y se debe fijar también la

temperatura umbral a partir de la cual se realizará el cálculo. Como resultado se mostrará una tabla con la fecha, la temperatura máxima y mínima, los grados diarios por encima del valor umbral y los acumulados día a día. Estos valores, que pueden descargarse en diferentes formatos, corresponderán a una estación o al promedio de varias, dependiendo de la selección realizada. Los resultados obtenidos se presentan también de forma gráfica. **Figura 12.**

#### Cálculo de horas frío

El proceso de cálculo para determinar el número de horas-frío es idéntico al descrito en el apartado anterior. En primer lugar se debe definir el periodo de tiempo para el que se desea calcular el parámetro, por definición se considera 7 °C el umbral por debajo del cual se empiezan a contabilizar las horas de frío. Como resultado se mostrará, por días, la temperatura media y mínima, las horas de frío y las acumuladas día a día. Dichos datos pueden descargarse en distintos formatos. Finalmente también se presenta la representación gráfica de dichos datos, con los resultados promediados en caso de seleccionar varias estaciones. **Tabla 2.**

#### Cartografía

El Servicio de Tecnología del Riego del IVIA junto con el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) han desarrollado una serie de cartografía, dentro del apartado de "Necesidades de Riego", a partir de los datos registrados por las estaciones de la Red SIAR en la Comunitat Valenciana y los datos aportados por la Confederación Hidrográfica del Júcar (SAIH) y la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural (RVVCA).

Estos mapas recogen las variables meteorológicas más interesantes para el sector agrario y se agrupan en valores históricos, índices climáticos y episodios temporales de interés. Los valores ofrecidos de cada variable deben entenderse como una aproximación estimativa de la misma, dado que se han obtenido mediante modelos



**Figura 10.** Diferencia en horas frío durante 2016 en las 3 estaciones de la comarca de la Safor (Gandia, Tavernes de la Valldigna y Villalonga).



**Figura 11.** Distintas alturas de anemómetro en una estación agrometeorológica (IVIA) y meteorológica (AEMET) en Carcaixent.



**Figura 12.**

Gráfico que representa la temperatura máxima y mínima diaria (líneas) y los grados día (barras); y gráfico de líneas que representa los grados día acumulados en una estación determinada (Elx EEA) en un periodo establecido (del 1 de marzo al 31 de agosto del 2016).

matemáticos extrapolativos a partir de los datos puntuales de las estaciones de la red SIAR-CV, que no abarcan la totalidad del territorio. Además se ha de tener en cuenta la gran variabilidad climática de la Comunitat debida a su relieve montañoso.

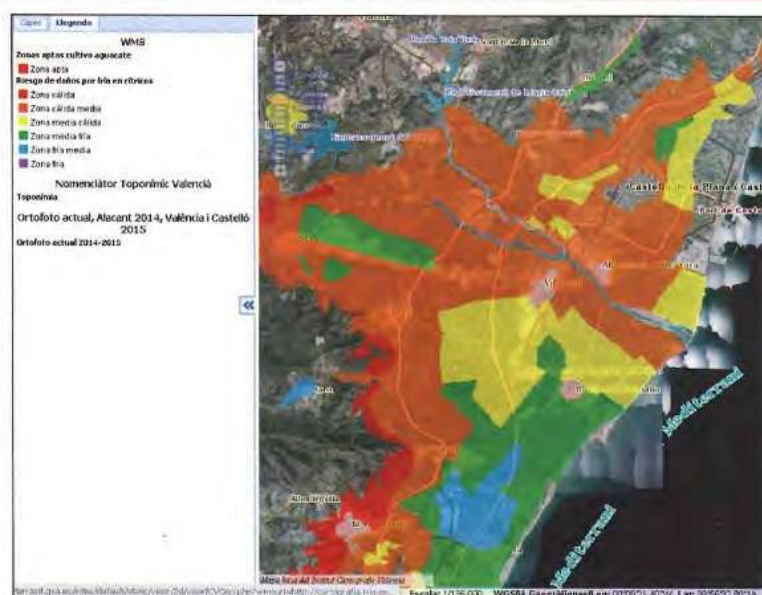
Los mapas pueden verse en el visor de la propia página web o bien a través de cualquier software de escritorio SIG a través de la dirección URL: <http://cartografia.ivia.es:8080/geoserver/wms>

Además de la información sobre episodios meteorológicos remarcables, se han elaborado otros mapas agrotemáticos de gran utilidad: zonas aptas para el cultivo del aguacate, zonas susceptibles de heladas que causen daños a los cítricos (Figura 13) y un mapa de las horas frío según cultivos y variedades.

**Tabla 2.** Extracto de la tabla descargable con la evolución de las horas frío en las estaciones de la Red SIAR: media histórica de las horas frío y su variación porcentual de horas frío registradas anualmente respecto de la media de cada estación.

Estación	Media Histórica Horas Frío	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Altea	137	37%	63%	100%	209%	217%	164%	40%	64%	125%	17%
Nules	527	81%	106%	115%	116%	140%	92%	89%	91%	124%	48%
Liria	760	96%	123%	124%	119%	137%	122%	90%	90%	112%	71%

**Figura 13.** Imagen del visor con el mapa agrotemático del IVIA para la visualización de las zonas de riesgo de daño por frío en cítricos. Detalle de la zona cítrica de Castellón.





## CONCLUSIONES

El portal de riegos del IVIA pone a disposición de técnicos y agricultores información agrometeorológica de calidad de las más de 50 estaciones agrometeorológicas que componen la Red SIAR en la Comunitat Valenciana. El acceso es completamente libre y gratuito y no solo se refiere a la información directa sino que también se ofrece al empresario agrario utilidades como el cálculo de horas frío y la integral térmica para el mejor aprovechamiento de la información y la mejor toma de decisiones, en modo de favorecer una mayor garantía de sus producciones y estabilidad de sus rentas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a:

- Miquel Jordá Piqueras, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la puesta en marcha del visor agroclimático.
- El Servicio de Estudios de los Servicios Territoriales de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de Alicante por la cesión de las imágenes que ilustran este artículo.
- El Fondo Social Europeo, Programa Operativo 2007/2013, por la financiación de la beca "Optimización de uso del agua e implementación de programas de manejo de riego para la agricultura valenciana".
- La Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación,

entidad convocante de las ayudas para la promoción de empleo joven e implantación de la Garantía Juvenil en I+D+i.

- La Secretaría General de Agricultura y Alimentación del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, responsable de la Red SIAR a nivel nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agustí Fonfria, M.** 2010. Fruticultura, Editorial Mundi-Prensa.
- Elías Castillo, F. y Castellví Sentís, F.** 1996. Agrometeorología, Editorial Mundi-Prensa, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Herrero, I.** 2003. La agrometeorología: El conocimiento del medio al servicio del desarrollo del sector agrario. Euskonews & Media 204. zbk.
- Portal del SIAR.** [www.siar.es/](http://www.siar.es/)
- Zaragoza Adriánsens, S.** 1989. Riesgo de daños por frío de las áreas cítricas de la Comunidad Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca.

# Sexta convocatoria de los PROYECTOS CLIMA

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente ha abierto su sexta convocatoria de Proyectos Clima para seleccionar proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores difusos. De esta manera se pretende dar apoyo y fomentar actividades bajas en carbono, lo que permitirá al Fondo de Carbono FES-CO<sub>2</sub> la adquisición de las reducciones verificadas de emisiones que generen los proyectos seleccionados.

Estos Proyectos Clima van dirigidos a la reducción de las emisiones en los sectores difusos como el transporte, el residencial, el de los residuos, la agricultura y ganadería, los gases fluorados o la industria no sujeta al régimen de comercio de derechos de emisión.

A partir de ahora, se abre la fase de presentación de muestras de interés, que finalizará el próximo 15 de mayo. Los Proyectos Clima han demostrado, en estos cinco últimos años, ser un instrumento eficaz para luchar contra el cambio climático logrando la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en nuestro país, gracias al nuevo modelo de colaboración público-privada entre promotores y el propio Ministerio.

En la actualidad, con más de 250 proyectos de reducción de emisiones seleccionados, los Proyectos Clima están demostrando ser ejemplos de generación de actividad económica en nuestro país, favoreciendo la creación de empleo en sectores asociados a la lucha frente al cambio climático.

Hasta la fecha, existen más de 20 tipologías de Proyectos Clima creadas en base a las ideas recibidas de los promotores de proyecto. Para cada una de ellas, el Fondo ha elaborado metodologías para el cálculo de las reducciones de emisiones.

Los promotores pueden presentar nuevas ideas, para las cuales se elaborarán nuevas metodologías de cálculo si estas encajan con los requisitos básicos de los Proyectos Clima. Puede encontrar toda la información necesaria en la página web del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente: <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/>